

学校编码: 10384
学号: 22120051302331

分类号 _____ 密级 _____
UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于B样条的三维人脸曲面生成及特征提取
研究

Research on 3D Facial Surface Construction and
Feature Extraction Based on B-splines

吴 众 山

指 导 教 师 : 雷 蕴 奇 副 教 授

专 业 名 称 : 计 算 机 应 用 技 术

论 文 提 交 日 期 : 2008 年 5 月

论 文 答 辩 日 期 : 2008 年 5 月

学 位 授 予 日 期 : 2008 年 月

答 辩 委 员 会 主 席 : _____

评 阅 人 : _____

2008 年 5 月

厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文而产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

- 1、保密（ ），在 年解密后适用本授权书。
- 2、不保密（ ）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名： 日期： 年 月 日

导师签名： 日期： 年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

摘要

双目立体视觉的基本原理是模仿人眼与人类视觉的立体感知过程,从两个视点观察同一物体,得到不同视角下的图像后再通过三角测量原理计算图像像素间的位置偏差,由此获取景物的深度信息。而三维人脸曲面生成是在获得三维人脸深度信息的基础上,通过对三维信息进行分析,选择合理的空间结构,构建出具有较好表达能力的人脸三维模型。在此基础上,可对人脸的三维特征进行提取,然后用于具体人脸的判定识别。

本文基于 B 样条函数,对三维人脸曲面生成及其特征提取的相关技术进行了较深入的研究,提出了一些新的思路与算法,主要工作和贡献有:

1、三维人脸数据的获取:介绍了双目立体视觉的原理和相关技术,分析了各种三维数据的获取方法,并对其进行了比较;使用平行放置的两台相机获取人脸图片,可从两幅二维人脸图片中获取三维人脸数据;同时,查阅了国内外相关科研机构的三维人脸库,对其进行分析并提取出三维人脸数据用于后续的研究。

2、人脸曲面的生成:获取的人脸三维信息只是离散的数据点,尚不具备结构信息。在分析了一些空间曲面结构的基础上,采用具有良好性质的 B 样条来对离散数据进行拟合,并通过层次 B 样条对曲面逐步加精拟合出 C^2 连续的人脸曲面。针对大量无规则的离散点对结果造成的偏差,提出了一种新的改进方法,先对初始离散数据均匀化再进行层次 B 样条拟合。实验结果表明,算法改进后能减小生成曲面的偏差,并对噪声点起到较好的平滑作用,有更高的拟合精度。

3、三维人脸特征的提取:分析和研究了各种曲面的相关曲率,对生成的 B 样条人脸曲面进行曲率计算;根据曲面曲率的性质提出了基于曲率信息的三维人脸特征提取,选取了面部五官的重要特征,通过几何运算得出特征的数据表示,这些数据可以作为人脸识别中的特征参数,为三维人脸识别提供良好的依据。

关键词 : 三维人脸模型; 三维人脸曲面; 层次 B 样条; 曲率信息; 三维人脸特征

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

The fundamental principle of computer stereo vision with dual-camera, that is, the binocular vision, has a strong resemblance to the visual perception procedure of humankind. Getting different images via two different viewpoints and then calculating the position deviation of image pixels based on triangular measure, and then, the depth information of the object that we interested can be attained. After obtaining depth information of 3D face, we construct a 3D facial model with better expression by using reasonable spatial structure, which is the procedure of 3D facial surface construction. By the 3D facial model we can extract some important 3D facial features which will be used for face recognition.

In this thesis, we do further research on 3D facial surface construction and feature extraction based on B-splines. Some novel algorithms are presented, our work contributes to the following aspects.

1、Obtaining 3D facial data. We introduce the principle of binocular vision, and compare several methods of 3D facial data acquisition. Then, we can obtain the 3D facial data by two 2D images which were taken with two parallel cameras. In addition, we also analyze and obtain data for following research from 3D facial databases provided by other research institutions.

2、Constructing 3D facial surface. Considering these data are scattered points without structural information, we present a new algorithm for surface fitting using multilevel B-splines approximation, after that we can construct 3D facial surface with C^2 continuous. In order to reduce the deviation in surface fitting, we improve the algorithm by making the scattered data uniform before multilevel B-splines approximation. The experiment proves that the improved algorithm can reduce deviation and the surface will coincide more closely with the data.

3、Extracting 3D facial features. First, we analyze a variety of surface curvatures and calculate these curvatures of the 3D facial surface. Then, we present a method of 3D facial feature extraction based on curvature information. By using the method we can extract some important facial features. Further, these features will be used for 3D face recognition.

Keywords: 3D Facial Model; 3D Facial Surface; Multilevel B-splines;
Curvature Information; 3D Facial Feature

厦门大学博硕士论文摘要库

目录

第一章 绪论	1
1.1 选题背景与研究意义	1
1.2 技术研究现状	2
1.3 论文的主要工作及成果	4
1.4 论文的组织结构	5
第二章 双目立体视觉的基本原理	7
2.1 引言	7
2.2 摄像机成像模型	7
2.3 双目立体视觉系统结构	10
2.4 双目视觉研究的主要内容	12
第三章 三维人脸数据的获取	15
3.1 引言	15
3.2 基于物理装置的数据获取	16
3.2.1 结构光测距	16
3.2.2 激光扫描	18
3.3 基于多幅图像的数据获取	18
3.3.1 立体视觉	18
3.3.2 Shape from X	19
3.4 本文数据的获取来源	20
3.4.1 双目视觉的人脸深度信息获取	20
3.4.2 查阅和分析国内外相关数据库	23
3.5 本章小结	24
第四章 基于 B 样条的人脸曲面生成	25
4.1 引言	25
4.2 空间结构中的曲面类型	25
4.2.1 高斯曲率分类法	25
4.2.2 表达式分类法	26
4.3 B 样条曲线曲面基础	27

4.3.1 B 样条的递推定义及性质	27
4.3.2 B 样条曲线	29
4.3.3 B 样条曲面	33
4.4 散乱数据的 B 样条曲面拟合	34
4.5 多层次 B 样条曲面拟合	40
4.6 B 样条曲面拟合的改进	44
4.7 本章小结	46
第五章 基于曲率信息的三维人脸特征提取	49
5.1 引言	49
5.2 曲率理论基础	49
5.2.1 曲率的定义及几何意义	49
5.2.2 曲面的第一、二基本形式	50
5.2.3 曲面的主曲率和主方向	50
5.2.4 其它常用曲率及意义	51
5.3 人脸曲面的曲率估计	52
5.3.1 曲率的计算	52
5.3.2 各种曲率的比较	54
5.4 人脸曲面的特征提取及分析	55
5.4.1 几何约束的特征定位	55
5.4.2 特征提取及分析	56
5.5 本章小结	59
第六章 结论与展望	61
6.1 主要研究工作总结	61
6.2 后续研究方向	62
参考文献	63
硕士在读期间科研成果介绍	67
致谢	68

Contents

Chapter1 Introduction	1
1.1 Background and Significance of this Subject	1
1.2 Introduction to Research.....	2
1.3 Main work and Productions.....	4
1.4 Framework for this Thesis	5
Chapter2 Basic theory of Binocular vision	7
2.1 Introduction.....	7
2.2 Imaging Model of Camera	7
2.3 System Structure of Binocular vision	10
2.4 The Main Research of Binocular vision	12
Chapter3 Obtaining 3D facial data	15
3.1 Introduction.....	15
3.2 Obtain data based on Physical device	16
3.2.1 Structure light Range	16
3.2.2 Laser Scanning.....	18
3.3 Obtain data base on Multiple images.....	18
3.3.1 Stereo vision.....	18
3.3.2 Shape from X	19
3.4 Data source of this Thesis	20
3.4.1 Obtain facial depth information based on Binocular vision	20
3.4.2 Consult and analysis domestic and foreign-related database	23
3.5 Brief of this chapter	24
Chapter4 Facial surface Construction base on B-splines	25
4.1 Introduction.....	25
4.2 Surface type of Spatial structure	25
4.2.1 Gauss curvature Classification.....	25
4.2.2 Expression Classification.....	26
4.3 Basis of B-splines Curve and Surface.....	27
4.3.1 Properties and Recursive definition of B-splines.....	27
4.3.2 B-splines Curve.....	29
4.3.3 B-splines Surface	33
4.4 Surface Fitting of Scattered data Using B-splines.....	34

4.5 Surface Fitting Using Multilevel B-splines	40
4.6 Improve algorithm for Surface Fitting	44
4.7 Brief of this Chapter	46
Chapter5 3D facial Features Extraction based on Curvature information	49
5.1 Introduction.....	49
5.2 Basic theory of Curvature	49
5.2.1 The definition and Geometry of Curvature	49
5.2.2 First and Second form of Surface	50
5.2.3 Main curvature and Main direction of Surface	50
5.2.4 Other Common curvature	51
5.3 Estimate 3D facial surface Curvature	52
5.3.1 Curvature calculation	52
5.3.2 Comparison of Various curvature	54
5.4 Features Extraction and Analysis base on Facial curvature.....	55
5.4.1 Features localization using Geometric constraint	55
5.4.2 Extract and Analysis Features	56
5.5 Brief of this Chapter	59
Chapter6 Conclusion and Future work.....	61
6.1 Main work Conclusion	61
6.2 Future work Direction	62
References.....	63
Research Productions	67
Acknowledges	68

厦门大学博硕士论文摘要库

第一章 绪论

视觉是人类观察世界、认识世界的重要手段，人类从外界获得的信息绝大部分是通过视觉来获取的。物体通过可见光的照射，在人眼的视网膜上形成图像，由感光细胞转换成神经脉冲信号，再经神经纤维传入大脑皮层进行处理和理解。它不仅是指对光信号的感受，而是包括对视觉信息的获取、传输、处理、存储与理解的全过程。计算机视觉是对客观世界的三维信息进行感知和解释的一门学科。其核心问题是从景物图像或序列图像求出景物精确的三维几何描述，并量化的确定景物中物体的空间性质，这一过程是成像过程的逆过程。计算机视觉的主要研究目的是要使计算机具有通过二维图像来认知三维信息的能力，其中包括目标物体的形状、位置、姿态、运动等。计算机视觉研究的内容广泛，包括立体视觉、运动视觉、颜色视觉、主动视觉等。

立体视觉是计算机视觉的一个重要分支，而基于两幅图像的双目立体视觉又是立体视觉中的一个研究热点。双目立体视觉直接模拟人类双眼处理景物的方式，从两个视点观察同一景物，即由不同位置的两台或一台摄像机经过移动或旋转拍摄同一幅场景，通过三角测量的原理计算空间点在两幅图像像素间的视差来恢复目标物体的深度信息。

1.1 选题背景与研究意义

人脸是人类视觉中最为普遍的模式，是人类相互交流的重要渠道。人的面部所表现的视觉信息在人脸识别中有着重要的作用，传统的人脸识别方法多是基于二维彩色或灰度图像，这些方法的鲁棒性和精度受到很多因素的影响，如光照变化、姿态变化、表情变化以及年龄、装饰物等。利用三维信息进行人脸识别，能克服二维人脸识别中存在的一些问题。

构造真实感的面部模型是用来进行三维人脸识别的基础，也是当前研究的一个热点和难点。从几何角度来看，人脸具有极度复杂的几何形状和表面材质，必须通过足够的技术手段来描述这些特征。三维人脸模型的构建虽然具有很多困难，但是许多研究者还是坚持不懈地进行着这方面的探索，一是因为三维人脸模

型有着极为广泛的应用。目前三维人脸模型已经初步应用到视频电话、视频会议、影视制作、电脑游戏、人脸识别等多个领域,而且随着各方面技术的发展,三维人脸模型将会在各方面得到更深更广的应用。二是现有的一些问题用二维的方法解决不了或者说不能很好地解决。

尽管目前在三维人脸模型的构建和复制上已经取得了一些技术上的突破,但还是不尽如人意,如需要专用的设备、数据量大、不便于存储及网络上传输等。本文寻求一些简捷而高效的方法来解决这些问题,即在不需要昂贵设备,尽可能地减少交互的条件下,构建出具有较好表达能力的人脸三维模型,并在此基础上进一步对人脸的三维特征进行提取,然后用于具体人脸的判定识别。

1.2 技术研究现状

国外在三维人脸建模方面的研究工作开展的比较早。从 1974 年 Parke^[1]首先用计算机生成人脸图像以来,20 多年间计算机图形工作者在这方面的研究取得了许多重要的研究成果。近几年里, Lee 等人^[2]用 3D 扫描仪来创建人脸模型,并提出了一种处理和改进扫描结果的方法。T.Akimoto^[3]用两张人脸正、侧面照片来建立人脸模型。Pighin 等人^[4]开发了一套系统,通过多幅照片来进行人脸三维建模,最后可以生成具有相当真实感的三维人脸模型。微软研究院的 Zhengyou Zhang^[5]等人用人脸视频作为输入,用户只要在其中两帧中各标出 5 个特征点,就可以自动生成三维人脸模型。R.M.Koch^[6]等人使用有限元的方法,开发了一个可以进行面颅部外科手术计划及手术后面部效果预测的原型系统。Volker Blanz 等人^[7]提出了一种新的基于统计的人脸建模方式。他们建立一个三维人脸库,对于一张正面人脸照片,用库中人脸模型线性组合的正面投影去逼近这张照片。

国内近几年在人脸造型方面也有很大的发展。哈尔滨工业大学的晏洁在人脸建模、纹理映像等方面做出了一些成绩^[8],提出了一种人脸模型个性化的方法和多方向纹理映像的算法。北京工业大学的尹宝才等人^[9]研究人脸建模和人脸纹理映像的方法。西安电子科技大学的郑飞与陈梅^[10]提出了使用人面照片合成全景图像的方法进行三维人脸建模。

目前人脸建模的主要方法有^[11]:

- 1、由数字化仪的方法测量脸部数据。脸部量度直接由三维数字化仪,或结

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库